



(19)

(11) Publication number: **2000050080 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **11148925**(51) Intl. Cl.: **H04N 1/407 G06T 5/00 H04N 1/409**(22) Application date: **27.05.99**(30) Priority: **28.05.98 US 98 86333**(71) Applicant: **EASTMAN KODAK CO**(43) Date of application
publication: **18.02.00**(72) Inventor: **BUHR JOHN D
GOODWIN ROBERT MELVIN
KOENG FREDERICK R
RIVERA JOSE ESTEBAN**(84) Designated contracting
states:

(74) Representative:

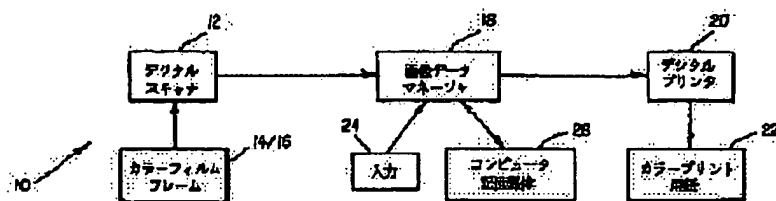
**(54) DIGITAL
PHOTOGRAPH
FINISHING SYSTEM
CONTAINING DIGITAL
PICTURE PROCESSING
OF FILM EXPOSURE
LACKING GAMMA,
SCENE BALANCE,
CONTRAST
NORMALIZATION AND
PICTURE
VISUALIZATION**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a superior picture through the use of digital printing by increasing the exposure lacking gamma of the digital color picture through the use of medium exposure lacking gamma control algorithm, and processing the picture whose exposure lacking gamma is controlled through the use of scene balance algorithm and contrast normalization algorithm.

SOLUTION: A digital scanner 12 scans a picture on a photograph medium and a digital picture is generated. A shift value correcting the picture by using scene balance algorithm is given to the digital picture. Exposure lack is evaluated and corrected and the picture which is subsampled is normalized by using contrast normalization algorithm. When exposure considerably lacks, the picture element printing gray levels of red, green and blue are controlled so that all film minimum gray levels become 0.5. The balanced picture is mapped onto a whole color printing paper characteristic curve.

COPYRIGHT: (C)2000.JPO



(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 N 1/407		H 0 4 N 1/40	1 0 1 E
G 0 6 T 5/00		G 0 6 F 15/68	3 1 0 A
H 0 4 N 1/409		H 0 4 N 1/40	1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-148925
(22) 出願日 平成11年5月27日 (1999.5.27)
(31) 優先権主張番号 086333
(32) 優先日 平成10年5月28日 (1998.5.28)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000846
イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ
チェスター, ステイト ストリート343
(72) 発明者 ジョン ダグラス バー
アメリカ合衆国, ニューヨーク 14580,
ウェブスター, グリーン・バイン・レーン
11
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

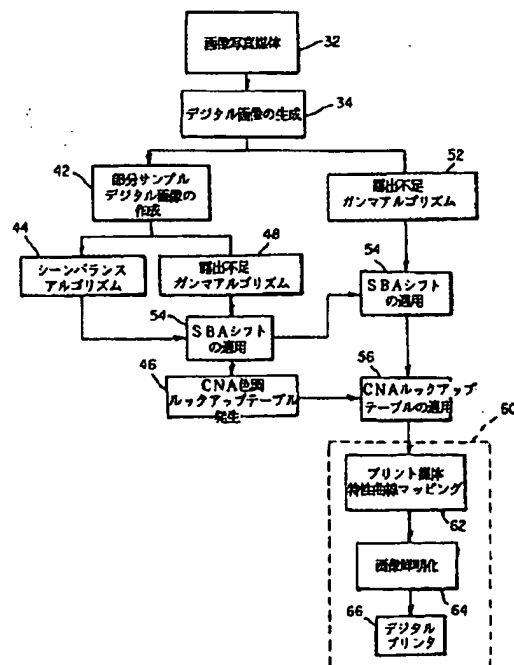
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルム露出不足ガンマ、シーンバランス、コントラスト正規化及び画像鮮明化のデジタル画像

(57) 【要約】 処理を含むデジタル写真仕上げシステム

【課題】 本発明は、光学式よりも好みのプリントが得られるデジタル写真仕上げシステムの提供を目的とする。

【解決手段】 本発明のデジタル写真仕上げ方法は、写真媒体上に捕捉されたカラー画像の光学的プリンティング濃度でデジタルカラー画像を生成し、露出不足ガンマ補正アルゴリズムとシーンバランスアルゴリズムとコントラスト正規化アルゴリズムとを用いてデジタルカラー画像を処理し、ハードコピー媒体の特性曲線を用いて、処理されたデジタルカラー画像をハードコピー媒体のプリント濃度にマッピングし、許容できないアーティファクトを回避するため最適化された鮮明化アルゴリズムをマッピングされたデジタルカラー画像に適用し、鮮明化されたデジタルカラー画像をハードコピー媒体にデジタル的に印刷する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 写真媒体上に捕捉されたカラー画像の光学的プリンティング濃度でデジタルカラー画像を生成し、

処理されたデジタルカラー画像を生成するため、露出不足ガンマ補正アルゴリズムと、シーンバランスアルゴリズムと、コントラスト正規化アルゴリズムとを用いて、上記デジタルカラー画像を処理し、

ハードコピー媒体のプリント濃度にマッピング済みのマッピングされたデジタルカラー画像を生成するため、ハードコピー媒体の特性曲線を用いて、上記処理されたデジタルカラー画像をマッピングし、

許容できないアーティファクトを回避するため最適化された鮮明化アルゴリズムを用いて、上記マッピングされたデジタルカラー画像を鮮明化し、

上記鮮明化されたデジタルカラー画像を上記ハードコピー媒体にデジタル的に印刷する段階を有する、デジタル写真仕上げ方法。

【請求項2】 上記処理する段階は、

上記デジタル画像の副サンプリングされたデジタル画像を作成する段階を有し、

露出不足ガンマ補正アルゴリズムと、シーンバランスされたデジタル画像を生成すべく上記デジタル画像の全体に適用される濃度シフトパラメータを生成するシーンバランスアルゴリズムと、デジタルカラー画像の全体に適用される色調スケールルックアップテーブルを生成するためのコントラスト正規化アルゴリズムとを用いて、上記副サンプリングされたデジタル画像を処理する、請求項1記載のデジタル写真仕上げ方法。

【請求項3】 カラーネガに捕捉されたカラー画像の光学的プリンティング濃度でデジタルカラーネガ画像を生成し、

露出不足ガンマ補正アルゴリズムとシーンバランスアルゴリズムとコントラスト正規化アルゴリズムとを用いて、上記デジタルカラーネガ画像を処理し、

デジタルカラーポジ画像を生成するため、ハードコピー媒体の特性曲線を用いて、上記処理されたデジタルカラーネガ画像をマッピングし、

許容できないアーティファクトを回避するため最適化された鮮明化アルゴリズムを用いて、上記マッピングされたデジタルカラーポジ画像を鮮明化し、

上記鮮明化されたデジタルカラーポジ画像をハードコピー媒体上にデジタル的に印刷する段階を有する、デジタル写真仕上げ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に、デジタル写真仕上げシステムに係わり、特に、ふいるむシーンバランス、コントラスト正規化、及び、鮮明化のデジタル画像処理を含むデジタル写真仕上げシステムに関する

る。

【0002】

【従来の技術】カラーネガフィルム画像からカラー印画紙プリントを作成する処理において発生する幾つかの問題領域について最初に説明する。この処理の目的は、フィルム画像から好みに適うプリントを作成することである。第1の問題は、そのような好ましいプリントを生成するため写真仕上げシステムに必要とされる露出レベルを見つけることである。最も簡単な処理の実施例では、カラーネガフィルム画像が感光紙画像受容体に投写され、感光紙を現像し、お気に入りのプリントが得られるまでこの工程が繰り返される。自動写真仕上げ動作において、フィルムスキャナはネガから濃度を読み込み、お気に入りのプリントが得られるようにその濃度情報を適切な露出値を計算するコンピュータアルゴリズムに渡す。この時点で、従来の写真印刷工程は終了する。したがって、写真画像に問題が残っていても、重大な問題を緩和するため他の簡単な処理を利用することができない。フィルム露光不足若しくは露光過多、特定のシーンに対する不適当なガンマ、カメラ若しくはプリンタレンズの品質不足、フィルム若しくは印画紙工程の活性の高低、並びに、最終的な画像のシーンバランスの不足及び鮮明さの不足は、補正若しくは修正されないまま残される。

【0003】写真フィルムに捕捉されたシーンから、デジタル画像を生成するための走査、画像処理、及び、出力描画を用いて、種々の媒体及び装置上に絵画的画像を生成するための方法及びシステムは10年以上前から提案されている。従来の方法及びシステムの例を以下に列挙する。Firth 他によるJournal of Imaging Technology, Vol.14, Number 3, June 1988には、フィルム上にシーンを捕捉し、デジタル画像を生成するためフィルムを走査し、画像をデジタル的に処理し、レーザAgXプリンタを用いて画像を出力するシステムが記載されている。

【0004】Schreiber による米国特許第4,500,919号明細書には、フィルム上に捕捉された画像を走査し、画像をビデオモニタ上に表示させ、画像処理を行い、最終的に画像をインク印刷されたハードコピーに出力する画像再生システムが開示されている。1988年12月27日にAlessi他によって出願され、1990年12月18日に発行された米国特許第4,979,032号明細書には、モニタ上に表示された画像に視覚的に適合された種々の出力を生成するため、フィルムスキャナ、ビデオモニタ、画像処理部及び出力部を含む装置が記載されている。

【0005】1993年11月30日に発行されたGiorgianni他による米国特許第5,267,030号明細書には、フィルム上に捕捉された画像をフィルムスキャナ上のデジタル化を用いて、多数の媒体及び装置への出力

を備えカラーメトリック若しくは他の空間に変換するための方法及び手段が記載されている。この引用明細書には、色調及び色再現性並びに鮮明性に対し美的趣向に適った修正を加えるデジタル画像処理によって得られる改良が記載されている。

【0006】Buhr他による1994年4月5日に発行された米国特許第5,300,381号明細書には、写真フィルム上への捕捉、デジタル画像を生成するためのフィルム走査、画像処理、及び、デジタル出力を含む絵画的映像処理システムが開示されている。1996年11月26日に発行されたTakahasi他による米国特許第5,579,132号明細書には、デジタル画像の多数の画像処理変換に基づいて、原シーンに対し「実質的に同一色」又は付加的に「美的色補正」を有する画像を蓄積若しくは生成するための画像処理システムが記載されている。

【0007】1997年3月4日に発行されたKrahe他による米国特許第5,608,542号明細書には、フィルムフレームの走査、画像処理及び描画に基づくインデックスプリントを生成するシステムが記載されている。1990年7月31日に発行された米国特許第4,945,406号明細書には、対数露出RGBカラー値からプリンティング濃度値にカラー画素値を転写し、プリンティング濃度ベースのカラー補正手法を利用してカラー補正オフセット値を生成することにより、カラー画像の自動色バランスを実現するシステムが記載されている。

【0008】コダック社から販売されているKODAK 35mm/24mm カラーネガフィルムフォーマットインデックスブリントは、個々のフィルム画像フレームから再生されたインデックスブリント（小画像片のマトリックス）を生成する。インデックスブリントは、元のプリント注文が処理され、フィルム上の画像フレームを識別する便利な手段として顧客に供給されるときに、写真仕上げ機によって生成される（上記引用文献の米国特許第5,608,542号明細書を参照のこと）。コダック社のKodak Index Printer は、小型画像に基づく画像処理を使用し、この画像処理は、画像をフィルムのRGBプリンティング濃度にデジタル化し、デジタルフィルムプリンティング濃度画像をバランスさせるためシーンバランスアルゴリズムを適用し、カラーネガデジタル画像をカラー印画紙（EDGEタイプ）特性曲線上にマッピングし、デジタル鮮明化を行い、CRTブリントを使用して印画紙に描画する。

【0009】インデックスブリントにおいて、上記画像処理は、（1）デジタルカラーブリントのフルフレーム画像には適用されず、（2）デジタルカラーブリントの高解像度画像には適用されず、低解像度画像だけに適用される。1992年7月28日にGoodwin に発行された米国特許第5,134,573号明細書は、線形応答を

示すカラー画像を表現する値のレンジを増加させる方法を開示する。対数露出テーブルに対するフィルムの3通りの濃度の先端部及び／又は肩部の領域は、ルックアップテーブルを用いて正しくされる。

【0010】1991年4月30日にLee 他に発行された米国特許第5,012,333号明細書には、視覚的光受容器の適合性及び人の視覚コントラスト感度に基づいてデジタル画像を印刷する動的レンジ調節システムが開示されている。このシステムは、画像の低周波成分だけのコントラストを調節し、高周波成分のコントラストは保存する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記の全ての引用文献は、一形態若しくは別の形態において、従来の光学式処理により得られるプリントよりもお気に入りのプリントを捕捉されたフィルム画像から得る処理を行う。そのため、デジタル写真仕上げシステムに組み込むことが可能な上記問題点の解決方法が必要とされる。

【0012】本発明は上記の従来技術の問題点を解決する方法の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の一面の特徴により提供されるデジタル写真仕上げ方法は、写真媒体上に捕捉されたカラー画像の光学的プリンティング濃度でデジタルカラー画像を生成し、媒体露出不足ガンマ調節アルゴリズムを用いて、上記デジタルカラー画像の露出不足ガンマを増大し、処理されたデジタルカラー画像を生成するため、露出不足ガンマ補正アルゴリズムと、シーンバランスアルゴリズムと、コントラスト正規化アルゴリズムとを用いて、上記露出不足ガンマ調節がなされたデジタルカラー画像を処理し、ハードコピー媒体のプリント濃度にマッピング済みのマッピングされたデジタルカラー画像を生成するため、ハードコピー媒体の特性曲線を用いて上記処理されたデジタルカラー画像をマッピングし、許容できないアーティファクトを回避するため最適化された鮮明化アルゴリズムを用いて、上記マッピングされたデジタルカラー画像を鮮明化し、上記鮮明化されたデジタルカラー画像を上記ハードコピー媒体にデジタル的に印刷する段階を有する。

【0014】本発明の別の特徴により提供されるデジタル写真仕上げ方法は、カラーネガに捕捉されたカラー画像の光学的プリンティング濃度でデジタルカラーネガ画像を生成し、ネガフィルム露出不足ガンマ調節アルゴリズムを用いて、上記デジタルカラーネガ画像の露出不足ガンマを増大し、露出不足ガンマ補正アルゴリズムと、シーンバランスアルゴリズムと、コントラスト正規化アルゴリズムとを用いて上記デジタルカラーネガ画像を処理し、デジタルカラーポジ画像を生成するため、ハードコピー媒体の特性曲線を用いて、上記処理されたデジタルカラーネガ画像をマッピングし、許容できないアーテ

ィファクトを回避するため最適化された鮮明化アルゴリズムを用いて、上記マッピングされたデジタルカラーボジ画像を鮮明化し、上記鮮明化されたデジタルカラーボジ画像をハードコピー媒体上にデジタル的に印刷する段階を有する。

【0015】

【発明の実施の形態】図1を参照するに、本発明を実施するデジタル写真仕上げシステム10のブロック構成図が示される。同図に示される如く、システム10は、カラー写真媒体14を走査し、カラー媒体14上のカラー画像フレーム16のデジタルカラー画像を生成するデジタルスキャナ12を有する。カラー媒体14はネガフィルムである。画像データマネージャ18は、プリンタ20によって処理された画像をカラーハードコピー媒体22に印刷するため画像を最適化するデジタル画像を処理する。カラーハードコピー媒体は、ハログゲン化銀印画紙のような高品質反射媒体若しくは透過媒体、インクジェット方式、感熱式、電子写真式印刷処理で使用する媒体の何れでも構わない。スキャナ12及びプリンタ20の動作は以下に詳述される。

【0016】画像データマネージャ(1DM)18は、スキャナ12からのデジタルカラー画像を処理する。画像データマネージャ18は、好ましくは、ユーザ入力機器24(キーボード、マウス)と、コンピュータ読取可能記憶媒体入力機器26とを含む。コンピュータ読取可能記憶媒体には、例えば、磁気フロッピーディスク若しくは磁気テープのような磁気式記憶媒体と、光ディスク、光テープ若しくは機械読取可能バーコードのような光学式記憶媒体と、読み出し専用メモリ(ROM)若しくはランダムアクセスメモリ(RAM)のような固体電子記憶装置と、コンピュータプログラムを記憶するため利用される他の物理装置若しくは媒体が含まれる。以下に説明するデジタル画像処理技術は読取可能記憶媒体でも構わない。或いは、一部若しくは全部の技術は、プログラブルゲートウェイ又は他のハードウェア電子装置に組み込まれる。

【0017】・スキャナについて

デジタル的に処理されたプリントを生成するスキャナ12は、35mmのフルフレーム画像をm×n画素の最小解像度で走査する。スキャナ12は、例えば、2m×2n画素の高画像解像度を生成する方が好ましく、これにより、パノラマ画像若しくは引き伸ばし写真は、補間を用いることなく十分な解像度で印刷できるようになる。解像度は、5Rプリントを準備するためには高い方が好

ましい。5Rを上回る全ての倍率は高解像度走査を必要とする。

【0018】スキャナはデジタル化データを「印刷(プリンティング)濃度」として画像処理アルゴリズムに配布する。プリンティング濃度を測定するスキャナは、光学式プリンタの印画紙のスペクトル応答に適合する赤、緑及び青の有効スペクトル応答を有する。写真フィルムは、フィルムの捕捉情報がこのタイプの赤、緑及び青のスペクトル応答特性によって読み出されるとの予測に基づいて設計される。

【0019】スキャナがデジタル画像処理パスの一部であるとみなされないとしても、ある種のデータ操作は、「プリンティング濃度」を処理アルゴリズムに与えるため要求される。二つの主要ステップは、スキャナ濃度を校正されたスキャナ濃度に変換し、校正されたスキャナ濃度をプリンティング濃度に変換することである。これらの変換を行うためマトリックス演算が必要とされる。

【0020】この処理の第1ステップは、未加工の走査数を校正されたスキャナ濃度に変換することである。マトリックス演算が使用されるとき、適切なマトリックス補正モデルは以下のように示される。

【0021】

【数1】

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1c} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2c} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{3c} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_{rr} \\ N_{rg} \\ N_{rb} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_r \\ D_g \\ D_b \end{bmatrix}$$

【0022】ここで、

【0023】

【外1】

【0024】は未加工の走査数を表し、

【0025】

【外2】

【0026】は補正されたスキャナ濃度を表す。スキャナの次の処理は、校正されたスキャナ濃度を校正されたプリンティング濃度に変換する。この処理は、今度は、3×10形までのマトリックス操作によるマトリックスモデルを用いて実現される。

【0027】

【数2】

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & a_{17} & a_{18} & a_{19} & a_{1c} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & a_{27} & a_{28} & a_{29} & a_{2c} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} & a_{39} & a_{3c} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} D_{sr} \\ D_{sg} \\ D_{sb} \\ D_{sr} \cdot D_{sr} \\ D_{sg} \cdot D_{sg} \\ D_{sb} \cdot D_{sb} \\ D_{sr} \cdot D_{sg} \\ D_{sr} \cdot D_{sb} \\ D_{sg} \cdot D_{sb} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{pr} \\ D_{pg} \\ D_{pb} \end{bmatrix}$$

【0028】このマトリックス操作の出力は校正されたプリンティング濃度である。

【0029】

【外3】

【0030】は校正された \bar{D} スキャナ濃度であり、

【0031】

【外4】

【0032】は校正された \bar{D} プリンティング濃度である。上記のステップの一方若しくは両方は、3次元ルックアップテーブルを用いて実現され得る。図2には、本発明の方法を実現するデジタル写真仕上げ用の汎用画像処理システムのフローチャートが示されている。同図に示されたフローチャートは複数のセクション、すなわち、デジタル画像獲得（破線で囲まれたセクション30）と、色及び濃度バランス用のシフト値を準備するため解析的評価を実施する解析的セクション40と、最終的なプリントコントラストの制御のための色調ルックアップテーブル準備セクションとに分割される。この情報は、次に、プリンティングセクション60のためのデジタル化フィルム画像を準備するためモデルのプロセッサセクション50に送られる。

【0033】画像獲得セクション30において、写真媒体（ネガフィルム）32上の画像は、完全解像度デジタル画像を生成するため（ステップ34）、スキャナ12によって走査される。

・解析的セクションについて

画像処理はデジタル化されたフィルム画像から始まる。 $m \times n$ 画素の最低解像度を備えた画像は、シーンバランスアルゴリズム（SBA）及びコントラスト正規化アルゴリズムによって解析された $m' \times n'$ 画素の画像にサンプル数を減少させてもよい。この情報はアルゴリズムのプロセッサセクションに伝達されるので、全解像度画像、若しくは、他の副サンプリングされた画像は、等価的な工程によって処理される。

【0034】解析段階は、最終的なプリント濃度が適切であることを保証するため必要とされ、デジタル化された画素値に追加されるべきシフト値の集合を決定する。

これらのシーンバランスアルゴリズムは、お気に入りのプリントを生成する既知の集合に匹敵した平均濃度の形式を表現する濃度の集合を決定する。これらの数は、デジタル化された画像を適切な濃度及び色バランスにプリントさせる。平均濃度は、濃度及び色バランスに関してお気に入りのプリントを生成するため、画像を修正するシフト値が与えられるように印画紙ルックアップテーブルの仮定された階調濃度点から減算される。次に、副サンプリングされた画像は、露出不足が評価され、補正される（ステップ48）。

【0035】画像は新しい D_{min} 位置にシフトされるので、補正処理はネガ濃度値を生じない。ルックアップテーブルは、フィルム感光度曲線の先端部に収容された低フィルムガンマ情報がガンマを増加させるため濃度変化するように、副サンプリングされた画像に適用される。画像は、次に、元の D_{min} 位置に移される（互いに相補的な二つの「シフト」演算）。このため、1992年7月28日に発行されたGoodwinの米国特許第5,134,573号明細書に記載されている技術を使用することができる。シフト値は全解像度デジタルカラー画像に適用される（ステップ46）。

【0036】最後に、副サンプリングされた画像は、コントラスト正規化アルゴリズムを用いて正規化される（ステップ46）。このアルゴリズムは、最終的なプリント画像がより好ましいコントラストで再生されるように画像のプリンティング濃度値を変更するため使用されるルックアップテーブルを生成する。ルックアップテーブルは、シーンバランスアルゴリズムによって使用されるメトリックである「t-空間」ルミナンスで勾配補正を行う。色調スケール修正は、2段階のステップの処理として表され、第1の段階では、「t-空間」への回転が行われ、続いて、ルックアップテーブルを生成する実際のアルゴリズムが行われる（1991年4月30日に発行されたLee他による米国特許第5,012,333号明細書を参照のこと。）

解析的なセクションは、画像処理アルゴリズムのプロセッサセクションに送られる2項目、すなわち、計算されたシフト値及び画像依存性色調スケールルックアップテーブルを生成する。

【0037】このアルゴリズムによって使用されるルックアップテーブルは、全ての媒体タイプ及び条件に対し普遍的である。或いは、ルックアップテーブルは、媒体タイプ、現像ラボの好み、若しくは、顧客の好みの関数でもよい。ルックアップテーブルが媒体タイプの関数である場合、媒体上のDXコードに基づいてアクセスされる。

【0038】露出不足領域内で捕捉媒体のガンマ補正をするため適用されるルックアップテーブルは多数の異なるソースから獲得される。ルックアップテーブルは、捕捉媒体上で光学的若しくは磁氣的にエンコードされる。ルックアップテーブルは、捕捉媒体上の基準露出パッチからソフトウェアによって計算される。媒体基準露出パッチは、米国特許第5,649,260号明細書に記載されている。ルックアップテーブル若しくはルックアップテーブル前駆データは、光媒体、磁気媒体、若しくは、捕捉媒体に付随するそれ以外の媒体上にエンコードしてもよい。ルックアップテーブルは、顧客若しくは現像ラボによって、直接若しくは間接的に、選択若しくは供給される。ルックアップテーブルは、媒体タイプ、現像ラボの好み、若しくは、顧客の好みに基づいて、ソフトウェア組み込みデータベースからアクセスしてもよい。また、ルックアップテーブルは、媒体タイプ、現像ラボの好み、若しくは、顧客の好み依存して、利用可能な資源からイントラネットを介してアクセスしてもよい。

【0039】米国特許第5,134,573号明細書には、望ましくないノイズ導入を回避するため、制限ガンマ改良値を用いる補正ルックアップテーブルの計算が開示されている。ある種の場合に、補正ルックアップテーブルは、正常に露光された領域内の媒体のガンマに適合させるよう媒体先端部のガンマを、完全に補正するため必要とされるガンマ調節係数の一部、例えば、0.5として計算する方が好ましいことが分かった。

【0040】処理される画像を供給する特定の媒体に露出濃度の感光度が無い場合、ルックアップテーブルは、媒体標的感光度のような種々の媒体応答近似値から得られる。一般的に、顧客の好みが無い場合、媒体タイプに特定のルックアップテーブルはより高い品質の画像を提供し、最も好ましい結果は現像ラボに関する媒体タイプの集団の平均の場合に得られる。

【0041】・シーンバランスマッピングについて
2段のフィルム/媒体プリントシステムを動作させる処理は、最も制約的なタスクとして、フィルム露出上における濃度を検出し、最良の全体多岐な濃度及び色バランスが得られるように、ネガ上の濃度を媒体にマッピングすることである。この手続は、シーン対象から対象の写真再生物への接続を表す基準点の系列を一つに連結することによって非常に良く例証される。

【0042】次に、図3を参照してプリント工程の解析

における濃度連結点の概念を説明する。この処理は、通常、均一なグレーカードである初期標的を、その標的の写真再生物に連結する。テスト点は、テスト対象のためのフィルム基準露出から期待基準フィルム濃度として標的対象物の初期露出に関して確定される。プリントと称される象限は、フィルム基準濃度を媒体の対数露出軸に反映させるだけである。テスト標的は、その対象を再生するため達成されるべき濃度、若しくは、適切なバランス点での濃度が与えられる。この点は、媒体基準露出値及び媒体基準濃度値として表現される。

【0043】シーンバランス処理の目的は、最初に、フィルム基準露出に対するフィルム濃度値を決定し、このフィルム濃度値と媒体基準露出値との差を決定することである。差 Δ はフィルム基準濃度に加えられる。この処理は象限「プリント・スルー」が最終的なシーンの再生中に適切なプリント濃度を生じることを保証する。実際の写真の機会、又は、画像には、一般的に上述のような正式な処理中にマッピングされ得るテスト対象が含まれない。シーンバランスアルゴリズムは、グレーカードがシーンに含まれるかのうように、基準フィルム濃度を評価するよう設計される。フィルム基準濃度の評価が行われた後、この処理は上述の通り反復される。本例では、1色のレコードだけを説明する。カラーフィルムは、シーンから赤、緑及び青の情報を捕捉するため3レコードを有する。かくして、シーンバランスアルゴリズムは2種類のタスクを行う必要がある。最初に、最良の中立濃度が最終的なプリント、若しくは、シーンのプリント・スルー象限で得られるように、フィルム画像の全体濃度を評価する。次に、赤、緑及び青の露出の間のバランスが評価されるべきである。

【0044】・画像プロセッサセクション（図2、セクション50）について

提案された画像処理アルゴリズムの第1段階は、非常に露出不足の場合の補正である（ステップ52）。プリンティング濃度データのシフトは、単一列のテーブルが赤、緑、及び、青色の画素濃度をシフトさせるため使用され得るように行われる。本例の場合、赤、緑及び青色の画素プリンティング濃度値は、フィルム最小濃度値

(D_{min}) が全て0.5になるように調節される。フィルム感光度の先端部領域付近又は領域内部に現れる画像濃度が画像情報ガンマを増加させるべく実質的に減少されるように、全てのデジタル化されたデータはテーブルルックアップ処理によって修正される。このテーブルは数字の単一の列により構成される。この列は、赤、緑及び青色の画素値の代替値を表現する。ガンマ補正処理の最終段階において、シフトが適用され、濃度値は正規化される前の値 D_{min} に復元される。

【0045】上記シーンバランスシフト値はプリンティング濃度値に適用される（ステップ54）。これらの値は、正確な色バランス及び濃度を有するプリントを実現

するため（赤、緑、及び青色の画素値の他に）必要とされるシフトを表現する。次に、解析処理からの色調スケールルックアップテーブルが画像に適用される（ステップ56）。最良の色調スケール結果（画質）はルミナンス情報に関して行われたときに達成されるので、画像

$$t_space.mat \begin{bmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ -1/4 & 1/2 & -1/4 \\ -1/2 & 0 & 1/2 \end{bmatrix}$$

【0047】色調スケールルックアップテーブルが画像に適用された後、画像データは、マトリックス $t_space_inv.mat$ を用いてプリンティング濃度空間に逆変換される。

・プリンタセクション（図2のセクション60）について

次の処理段階は、バランス化された画像をハードコピー媒体（カラー印画紙）特性曲線の全体に割り付ける（マッピングする）ことである（ステップ62）。バランス化された画像のプリンティング濃度値は、ネガ写真印画紙のための適当なプリント濃度値に割り付けられる。この処理が終了することにより、色及び濃度バランスされた画像がプリント濃度メトリックで生成される。写真印画紙の曲線はバランスされる。

【0048】・不鮮明マスキング処理について
画像を実際にプリントする前の最終的な段階は、鮮明化処理である（ステップ64）。不鮮明マスキングアルゴリズムはプリントの直前に各画像に適用される。不鮮明マスキング式は以下の通り表される。

【0049】

【数4】

$$D_c(x) = D(x) + \beta \left(D(x) - \int \phi(\xi) D(x - \xi) d\xi \right)$$

【0050】上式において、 $D_c(x)$ は位置 x における「鮮明化」濃度であり、 $D(x)$ は位置 x における初期濃度であり、 β の推奨値は2.5であり、各画素位置における積分値は画像を以下のカーネルでコンボリューションすることにより計算される。

【0051】

【数5】

$$\frac{1}{325} * \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 & 1 & 0 \\ 1 & 21 & 38 & 21 & 1 \\ 5 & 38 & 60 & 38 & 5 \\ 1 & 21 & 38 & 21 & 1 \\ 0 & 1 & 5 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

【0052】赤、緑、及び、青の画像は同一レベルに鮮明化される。 β に対する推奨値は、プリントされたピクチャが許容できないレベルのデジタルアーティファクトを伴って出現し始めるまで値を上方に調節することにより確定される。これらのアーティファクトは、環又は

は、最初に「 t -空間」に関して回転させられる。マトリックス $t_space.mat$ はこの処理で使用される。

【0046】

【数3】

$$t_space_inv.mat \begin{bmatrix} 1 & -2/3 & -1 \\ 1 & 4/3 & 0 \\ 1 & -2/3 & 1 \end{bmatrix}$$

ハローとして、エッジに現れ、不自然に見える画像を生じさせる。

【0053】この β の値は、最終的な処理画像の変調伝達関数を測定するため、矩形波標的に適用される。全システムMTF応答を確定するためのテストは以下の通り行われる。最初に、標的はカラーネガフィルムを用いて写真撮影される。元の標的は約40%の変調の矩形波パターンを有する。矩形波パターンの各周波数に対する空間周波数応答値は、システムの可視周波数の全体を通じて100%である。フィルム画像は、1024×1536画素のデジタル画像を生成するため、デジタルスキャナ上で走査される。この画像は、シーンバランスアルゴリズム（SBA）と鮮明化パスとによって処理され、印刷される。最終プリントの空間周波数応答は、高分解能マイクロ濃度計を用いて測定され、データは調和解析処理を用いて解析される。以下の表1には、このテスト（4サンプルの平均）で測定された赤、緑及び青色の応答が掲載され、著しいアーティファクトの生成が行われる前の最大MTFが表現される。

【0054】この処理を用いて測定されたMTF曲線は、デジタル写真仕上げ用のデジタル処理システムの最大空間周波数を表現する。最終プリント画像としてのこの曲線は、カメラレンズと、フィルムと、スキャナと、アルゴリズムと、プリント機械と、プリント媒体との組合せである。上記要素の任意の組合せ、及び、その結果のMTF曲線、或いは、表1に列举された値に満たない値は、本発明の一部分をなすと考えられる。鮮明化アルゴリズムを含むこのシステムに対し考慮されるパラメータの集合は、過剰鮮明化の条件に移る前のブーストの最大レベルである。報告された β よりも小さい β の値は、デジタルプリントをマスクするプリント要求条件を満たすプリントを送出するので、本発明の範囲内に含まれると考えられる。システムコンポーネントの中の一つが変更されたとき、 β 値は、このデジタルパスによって生成された最終画像が上限MTF曲線を実現することを保証するように変更される。

【0055】

【表1】

表 1

最大MTF値

周波数	赤	緑	青
0.0	1.0000	1.0000	1.0000
0.5	0.9813	1.0500	1.0785
1.0	0.9680	1.1180	1.1423
1.5	0.8735	1.0840	1.0948
2.0	0.7118	0.924	0.9298
2.5	0.5263	0.7170	0.7170
3.0	0.3523	0.5380	0.5238
3.5	0.2225	0.3970	0.3725
4.0	0.1510	0.2910	0.2688
4.5	0.1150	0.2140	0.2023
5.0	0.0893	0.1610	0.1593
5.5	0.0690	0.1250	0.1308
6.0	0.0530	0.1000	0.1095
6.5	0.0410	0.0840	0.0945

【0056】注：（１）「周波数」という名称の列は、4R反射プリント上のサイクル/mm単位で表現された空間周波数であり、赤、緑及び青という名称の列は、各空間周波数における夫々の色に対する応答値である。

（２）MTF値は、1インチ当たり250ドットを有する4インチ×6インチ形のプリントの1024×1536画素に対し与えられる。

【0057】上記デジタル式バスプリントを従来の光学式プリントバスと比較する精神物理学実験が行われた。光学的に印刷された画像は、フルオーダープリントモードで動作するCLASS35光学式プリンタを用いて準備され、本発明に係るデジタル式バスで動作するシーンバランスアルゴリズムをエミュレートする。デジタル式バス及び光学式バスで使用されるシーンバランスアルゴリズムパラメータは同じであり、類似したプリントを準備することができる。デジタル式と光学式のプリントのペアは、そのペアの中から最良のプリントを選択するよう要請された3人の判定者のパネルに提示される。ペアの中の75%で、デジタル式プリントが選択され、その理由として鮮明さが指摘されている。残りの25%では、デジタル式プリント中に粒子が形成されているため、光学式プリントが選択された。

【0058】・プリンタについて

処理のこの段階において、プリント濃度は完全にバランス化され、補正されていなければならない。画像情報は、簡単なプリンティング濃度からプリント濃度へのルックアップテーブルによって印刷され得る。最も簡単な場合（プリンティング濃度からプリント濃度）、プリンティング濃度値は、ポジ写真印画紙に対する適切なプリント濃度値に割り付けられる。この処理後に生成される画像は、色及び濃度がバランスされ、プリント濃度メ

リックで表される。バランス化されたデジタルカラーネガ画像から標的のAgX印画紙の特性曲線へのマッピングは、無彩色RGB印画紙濃度への無彩色中間グレーを表現するマッピング基準RGBプリンティング濃度から得られる。これらのRGB印画紙濃度はプリント材料色素スペクトルの関数である。

【0059】実際に画像を印刷する前の最終的な段階は、上述の鮮明化処理である。

【0060】

【数6】

$$D_c(x) = D(x) + \beta(D_c - \int \phi(\xi) D(x - \xi) d\xi)$$

【0061】この処理段階で、符号化されたデータは、ハードコピー媒体上に情報を描画若しくは印刷する印刷装置に送られる（ステップ66）。この印刷装置では、プリンタに提示されたコード値が予測されるプリント濃度を生ずるように、較正処理が行われるべきである。ハードコピー媒体には、レーザ若しくはCRT写真プリンタ、インクジェット式プリンタ、感熱式プリンタ、電子写真プリンタなどの使用されるプリント技術に関して最適化された媒体が含まれる。

【0062】・プリンタ較正について

プリンタ較正は、測定濃度と予測濃度のテストパッチ濃度差が0.01未満になるように画像処理システムメンテナンスの一部として行われる。最も簡単な実施例の場合、中立スケール較正だけが必要とされる。複雑なアプリケーションの場合、色較正を行う必要がある。

【0063】プリンタコード値の全域に拡がる（少なくとも18個の）均一なパッチの系列は、初期較正ルックアップテーブル（LUT）によって印刷される。この初期ルックアップテーブルは、プリントに濃度を生成する全てのD/Aカウント値をカバーする必要がある。プリント上のパッチ濃度が測定される。初期ルックアップテーブル、コード値のリスト、上記パッチの夫々の濃度、及び、目標曲線を用いて、新しい較正ルックアップテーブルが計算され、較正目標に従って印刷動作を変更する必要が生じる。

【0064】画像鮮明化は画像処理系列の他の時点に行ってもよいことが認められよう。以上の説明による画像処理の目的は、光学式に印刷されたネガフィルム画像により生成された画像と同等若しくはそれよりも優れた画像を、デジタル印刷を用いて生成することである。この画像の生成は、光学式印刷の際に使用されるハードコピー媒体（ハロゲン化銀カラー印画紙）の画像色素スペクトルと類似した画像色素スペクトルを有するデジタルハードコピー媒体を使用するときに、上述の簡単な方法で行われ得る。

【0065】一般的に、シーンコントラスト修正アルゴリズムは、特定のシーン、特定の捕捉媒体、及び／又は、特定の顧客に対するアルゴリズム結果を改良するメ

カニズムを提供する。これらの調節可能なパラメータは、このアルゴリズムの特定のソフトウェアバージョンの具体例に対し固定される。或いは、これらのパラメータは、異なるソースからのソフトウェア組み込みによって実現される。パラメータは、捕捉媒体上に光学的若しくは磁氣的に符号化してもよい。パラメータは、捕捉媒体に付随する光、磁気、又は、他の媒体上に符号化されてもよい。また、パラメータは、顧客若しくは現像ラボによって、直接若しくは間接的に、選択若しくは供給されてもよい。これらのパラメータは、フィルムタイプ、現像ラボの好み、若しくは、顧客の好みに基づいて、ソフトウェア組み込みデータベースからアクセスされる。パラメータは、フィルムタイム、現像ラボの好み、若しくは、顧客の好み依存して、利用可能な資源からイントラネットを介してアクセスしてもよい。

【0066】上記の通り、本発明は、特に、数通りの好ましい実施例を参照して詳細に説明されているが、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく種々の変更及び変形をなし得ることが理解されよう。

【0067】

【発明の効果】本発明の効果は以下の通りである。

1. カラーネガフィルム画像から高プリント速度で高品質デジタル写真反射プリントするデジタル写真仕上げシステムが得られる。
2. 従来の光学式写真仕上げシステムでは補正することが難しい鮮明性がデジタル写真仕上げ機内のデジタル画像処理によって補正される。

【0068】3. 本発明のデジタル写真仕上げシステムにより生成されたプリントは、光学式写真仕上げシステムによって生成されたプリントよりも好ましい。

4. デジタル写真仕上げシステムによって生成されたプリントは、露出不足のカラーフィルムネガから全体的に

改良されたプリントコントラストを生じる。

5. デジタル写真仕上げシステムによって生成されたプリントは、従来の光学式プリントよりも好ましい画像コントラスト位置を有する。

【0069】6. コントラスト正規化アルゴリズムは、画像コントラストを増加させることにより低コントラストシーンの品質を改良し、画像コントラストを減少させることにより高コントラストシーンの品質を改良する。

7. プリントコントラストを増加させることにより、低活性フィルム及び／又は印画紙化学処理から生成されたプリントの品質を改良する。

【0070】8. プリントコントラストを減少させることにより、高活性フィルム及び／又は印画紙化学処理から生成されたプリントの品質を改良する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するデジタル写真仕上げシステムのブロック構成図である。

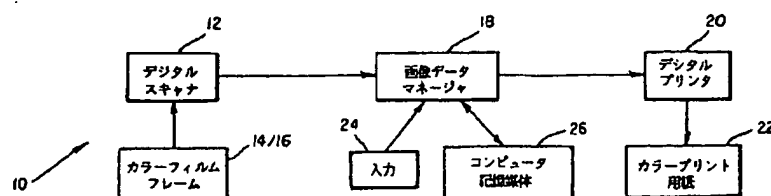
【図2】本発明の好ましい方法のフローチャートである。

【図3】本発明の種々の面を説明するため利用されるグラフである。

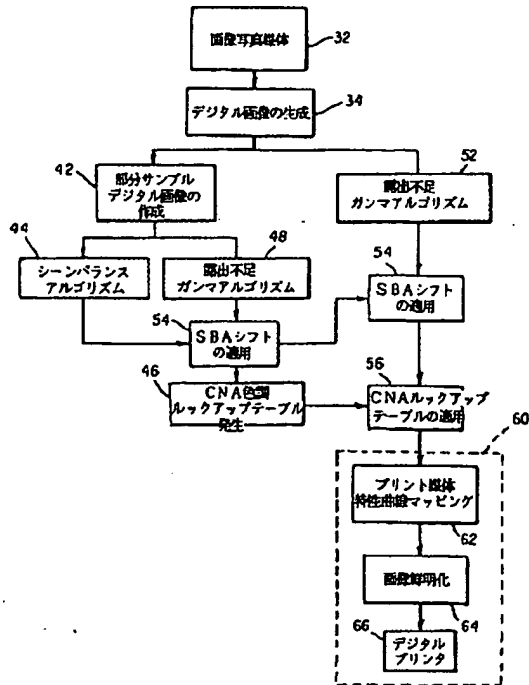
【符号の説明】

- 10 デジタル写真仕上げシステム
- 12 デジタルスキャナ
- 14 カラー媒体
- 16 カラー画像フレーム
- 18 画像データマネージャ
- 20 プリンタ
- 22 カラーハードコピー媒体
- 24 ユーザ入力
- 26 コンピュータ記憶媒体入力

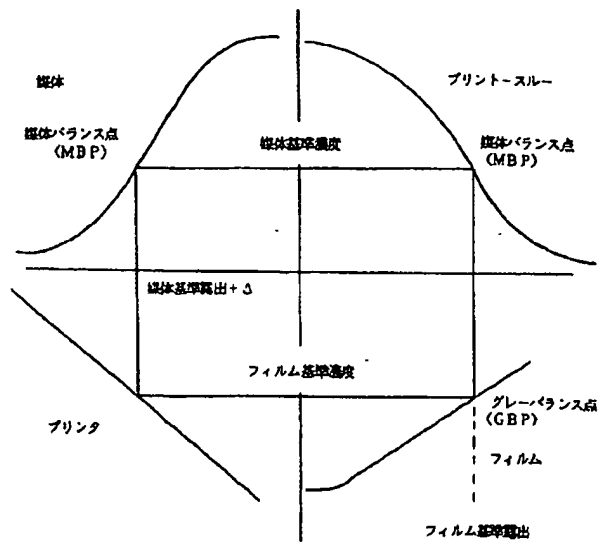
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート メルヴィン グッドウィン
アメリカ合衆国、ニューヨーク 14625,
ロチェスター、ツリー・ブルック・ドライ
ブ 29

(72)発明者 フレデリック アール コーエン
アメリカ合衆国、ニューヨーク 14612,
ロチェスター、ダムセン・ロード 93

(72)発明者 ホセ エステバン リベラ
アメリカ合衆国、ニューヨーク 14615,
ロチェスター、ファルマウス・ストリート
46